

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS ESTÔMATOS EM FOLHAS DE *GOSSYPIMUM* SP.¹

LUIZ CARLOS SILVA², JOSÉ TARCISO ALVES DA COSTA e JOSÉ FERREIRA ALVES³

RESUMO - Foram estudadas a densidade e distribuição dos estômatos nas folhas de diferentes tipos de algodoeiro, em experimentos instalados no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizado no município de Fortaleza, CE, no ano de 1981. Estudaram-se três tipos de algodoeiro: Herbáceo cv. BR-1 (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.); Mocó cv. Veludo C-71 (*G. hirsutum* L. r. *marie-galante* Hutch.) e Verdão, regionalmente denominado Rasga-letra (*G. hirsutum* L. r. *marie-galante* Hutch.). Os tipos de algodoeiro Mocó e Herbáceo apresentaram maior densidade estomatal na região basal do que nas porções mediana e apical. Nos tipos Verdão, Herbáceo e Mocó, a densidade estomatal da face abaxial da folha foi cerca de duas vezes mais alta do que na adaxial. No algodoeiro Verdão, observou-se uma tendência de maior uniformidade da densidade estomatal dentro de cada face da folha. Dentro da planta, a densidade estomatal da folha aumentou da base para o topo, nos tipos Verdão, Herbáceo e Mocó.

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum*, *Gossypium barbadense*, densidade estomatal.

STOMATAL DENSITY AND DISTRIBUTION IN LEAVES OF *GOSSYPIMUM* SP.

ABSTRACT - Stomatal density and distribution in leaves from different varieties of cotton were studied in an experiment conducted at the "Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará", Fortaleza, CE, Brazil, during the year of 1981. The experiment was carried out with the following plant materials: Herbáceo cv. BR-1 (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.); Mocó cv. Veludo C-71 (*G. hirsutum* L. r. *marie-galante* Hutch.); Verdão, regionally denominated Rasga-letra (*G. hirsutum* L. r. *marie-galante* Hutch.). Cotton plants from Mocó and Herbáceo types showed a tendency to a higher stomatal density in the basal region than in the middle and apical regions. In the Verdão, Herbáceo and Mocó types the stomatal density on the abaxial face was about two times higher than that on the adaxial face of the leaf. In Verdão type a more uniform stomatal density distribution on both leaf faces was observed when compared to the other types. The stomatal density of the leaf tended to increase from the bottom to the top in the same plant of the Verdão, Herbáceo and Mocó types.

Index terms: *Gossypium hirsutum*, *Gossypium barbadense*, Stomatal density.

INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro (*Gossypium* sp.) tem constituído, tradicionalmente, expressiva atividade econômica em diversas partes do mundo, inclusive no Nordeste do Brasil. Os diversos tipos cultivados na região apresentam marcadas variações nas características morfológicas e fisiológicas e no grau de adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas. Assim sendo, os tipos de algodoeiro arbóreo são mais tolerantes à seca que os tipos herbáceo (Souza et al. 1983). Apesar de as variações dependerem de diversos fatores morfológicos e fisiológicos da planta, as mesmas, freqüentemente, guardam estreita associação com a densidade e a distribuição dos estômatos das folhas (Dale 1961). Desse modo, as per-

das d'água e adaptação do algodoeiro às deficiências hídricas variam dentro dos diversos gêneros e espécies. (Dale 1961, Fahn 1964 e Sharpe 1973).

Embora seja grande a importância da cultura, o conhecimento da morfologia da folha e, notadamente, da densidade e distribuição dos estômatos em sua superfície, é bastante limitado.

As características dos estômatos podem ser úteis na distinção da espécie do algodoeiro e constituem parâmetros morfológicos na seleção de tipos adaptáveis às diferentes condições ecológicas (Guerin & Delaveau 1968, Okpon 1969, Raschke 1975, Cihá & Brun 1975 e Rodella et al. 1982).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a densidade e a distribuição dos estômatos em folhas de diferentes tipos de algodoeiros.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Fortaleza, CE, com coordenadas de 3° 44' 31" S e 38° 33' 47" W.Gr. e altitude de 20 m, no ano de 1981. O terreno apresenta relevo plano ondulado e solo arenoso do grupo Podzólico Vermelho-Amarelo, com horizonte A fraco. O clima da região é do tipo AW', segundo a classificação de

¹ Aceito para publicação em 15 de junho de 1988.

Parte da Tese apresentada no Dep. de Ciências Agrárias da UFCE para obtenção do título de Mestre.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/EMEP-PA, Rua Eurípedes Tavares, 210, Tambiá, Caixa Postal 257, CEP 58000 João Pessoa, PB.

³ Eng. - Agr., Prof., Dep. de Fitot., CCA/UFCE, Fortaleza, CE.

Koeppen, apresentando pluviosidade média anual de 1.400 mm. A temperatura média anual da atmosfera é de 25,5°C, com pequenas diferenças entre as médias mensais (inferior a 2°C). A umidade relativa média anual do ar é de 80%, com médias mensais variando de 75% na estação seca a 86% no período chuvoso.

Os tipos de algodoeiros estudados foram: Herbáceo, cv. BR-1 (*G. hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.); Mocó, cv. Veludo C-71 (*G. hirsutum* L. r. *marie-galante* Hutch.); Verdão, regionalmente denominado Rasga-letra (*G. hirsutum* L. r. *marie galante* Hutch.), considerado uma forma de espécie de *G. hirsutum* que tem ligeira introgressão do Mocó ou de uma raça brasileira *G. barbadense* (Boulanger & Pinheiro 1971).

Os três tipos foram plantados em meados de março de 1981, em fileiras contíguas, formando um bloco de, aproximadamente, 200 m², e obedecendo aos seguintes espaçamentos: Herbáceo - 0,80 m x 0,40 m, duas plantas/cova; Mocó - 2,0 m x 0,50 m, uma planta/cova; Verdão - 1,0 m x 0,50 m, uma planta/cova.

Em estudo inicial, para conhecimento da densidade e distribuição dos estômatos, três plantas dos tipos Herbáceo, Mocó e Verdão foram selecionadas, e amostras de cinco folhas de tamanho aproximadamente igual, foram coletadas de ramos frutíferos da região mediana de cada planta. Por sua vez, cada folha foi amostrada nas regiões apical, mediana e basal, em ambas as faces, sendo realizadas quatro observações em cada posição.

Em outro estudo, os mesmos parâmetros foram observados em cinco plantas dos três tipos de algodoeiro. Cada planta foi dividida em três regiões (topo, meio e base), retirando-se, de cada, uma amostra de quatro folhas, de tamanho aproximadamente igual, na posição mediana da face adaxial de cada folha, onde foram realizadas quatro observações. Todas as observações para cada um dos tipos de algodoeiro foram obtidas de plantas vigorosas, de tamanho aproximadamente igual, no início da frutificação.

A observação da densidade e distribuição dos estômatos foi realizada empregando-se o método de réplica de Stoddard (1965), com pequenas modificações. Uma fina camada de acetato de celulose (esmalte de unha, incolor) foi pincelada

nas superfícies das folhas, deixando-se secar por um período de cinco a dez minutos. Seções da película de acetato foram removidas com o auxílio de uma fita adesiva incolor e boa transparência, e montadas em lâminas de microscópio. Nas observações utilizou-se um microscópio ótico, ocular de 15x e objetiva de 40x que proporcionou aumento de 600 vezes e campo real visível de 0,1197 mm².

Para efeito de análise estatística, as amostras foram coletadas na seguinte ordem hierárquica: tipo, planta, folhas, regiões da folha e regiões da planta. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O exame da Tabela 1 evidencia que a parte basal da folha, na face abaxial, foi a que apresentou o maior valor para a densidade estomatal. Este valor (24,73), quando comparado pelo teste de Tukey com os observados nas partes apical (22,07) e mediana (22,93), diferiu significativamente. Por outro lado, os valores 22,07 e 22,93 das regiões apical e mediana, respectivamente, não diferiram ao nível de 5% de probabilidade.

A análise das médias de densidade estomatal dentro de cada tipo de algodoeiro (Tabela 1) mostra, no entanto, que a região basal da folha, na face abaxial, nos tipos Herbáceo e Mocó, apresenta valores significativamente superiores aos das regiões mediana e apical, não ocorrendo, entretanto, diferenças significativas entre as regiões, para o Verdão. Na comparação das densidades médias estomatais entre os tipos de algodoeiro (Tabela 1), observa-se que o Mocó e o Verdão foram estatisticamente superiores ao Herbáceo nas regiões apical e mediana da folha da

TABELA 1. Densidade estomatal (n^o/0,1197 mm²) das regiões apical, mediana e basal das faces abaxial e adaxial de folhas de diferentes tipos de algodoeiro.

Tipo	Região da folha					
	Face abaxial			Face adaxial		
	Apical	Mediana	Basal	Apical	Mediana	Basal
Verdão	22,87 aA ¹	23,20 aA	23,52 bA	11,18	11,16	11,48
Herbáceo	19,83 bC	21,60 bB	23,97 bA	10,93	11,51	12,10
Mocó	23,50 aB	23,98 aB	26,70 aA	13,12	13,56	13,61
Médias ²	22,07 B	22,93 B	24,73 A	11,74 b	12,23 ab	12,40 a

¹ Na mesma linha, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e, numa mesma coluna, pelas mesmas letras minúsculas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

² Letras maiúsculas comparam médias da face abaxial, e minúsculas comparam médias da face adaxial, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

face abaxial, sem, no entanto, diferirem entre si, e na região basal o tipo Mocó apresenta valor significativamente superior ao dos tipos Herbáceo e Verdão, não ocorrendo, entretanto, diferenças significativas entre os dois últimos tipos de algodoeiro.

No tocante à face adaxial (Tabela 1), nota-se que a região basal da folha foi, também, a que apresentou maior densidade estomatal, cujo valor (12,40) diferiu significativamente do valor da região apical. As comparações dos valores das regiões mediana x apical e basal x mediana não atingiram, porém, a significância estatística. Consta-se, ainda, que os valores das regiões, dentro de cada tipo, não diferiram significativamente.

O confronto dos dados das faces abaxial e adaxial evidencia que a face abaxial dos três tipos de algodoeiro tem maior densidade estomatal que a face adaxial, qualquer que seja a região de folha. Tal superioridade variou de 1,77 a 2,05 vezes.

A avaliação das densidades estomatais médias para a região da folha x planta dentro de tipo (Tabela 2) indica que houve variação significativa entre as regiões da folha, em plantas de um mesmo tipo, com exceção do Verdão, cujos valores não se mostraram estatisticamente diferentes. Este fato parece demonstrar que, neste último tipo, a distribuição dos estômatos na superfície da folha é mais uniforme. Por outro lado, não foram observadas diferenças aparentes na forma de distribuição dos estômatos nas folhas dos tipos de algodoeiro. Observou-se que os

estômatos são mais numerosos próximo a determinadas células epidérmicas, que, possivelmente, são glândulas oleíferas e pelos. Os estômatos se aglomeram radialmente ao redor destas estruturas, e se distribuem, de modo disperso, nas demais áreas da folha.

As variações na densidade estomatal, observadas em diferentes regiões e superfícies da folha de algodoeiro, são consistentes com as encontradas em diversas outras plantas por Miskin & Rasmusson (1970), Heichel (1971) e Rodella (1982).

Considerando-se que as trocas gasosas podem estar diretamente relacionadas com a densidade estomatal (Fahn 1964, Jank 1970 e Teare et al. 1971), o comportamento da variação desta característica na folha torna-se relevante na avaliação de taxas de transpiração e fotossíntese das plantas.

As diferenças de densidade estomatal entre as faces abaxial e adaxial da folha encontradas nos tipos Mocó, Herbáceo e Verdão são muito próximas das observadas por Dale (1961), em algodoeiro "Upland" (*G. hirsutum* L.) e por Brow & Ware (1961), em algodoeiro Egípcio (*G. barbadense* L.). Os números absolutos de estômatos por unidade de área foliar diferiram para os tipos Mocó, Herbáceo e Verdão, apresentando, na face abaxial, médias de estômatos/mm² de 180 a 204, e na adaxial, de 88 a 106, enquanto o algodoeiro "Upland" de Dale (1961) mostrou 107 a 121 e 37 a 50. Já o tipo Egípcio de Brow & Ware (1961) de 166 a 176 e de 44 a

TABELA 2. Densidade estomatal (n^o/0,1197 mm²) das regiões apical, mediana e basal das faces abaxial e adaxial de folhas de plantas de diferentes tipos de algodoeiro.

Tipo	Planta	Região da folha					
		Face abaxial			Face adaxial		
		Apical	Mediana	Basal	Apical	Mediana	Basal
Verdão	P ₁	21,50 ¹ a	23,25 a	23,85 a	11,40 a	11,95 a	11,85 a
	P ₂	23,35 a	22,75 a	21,70 a	11,75 a	11,15 a	11,10 a
	P ₃	23,75 a	23,60 a	25,00 a	11,40 a	11,75 a	11,50 a
Herbáceo	P ₁	19,80 a	21,35 ab	23,15 a	10,95 b	11,75 ab	12,65 a
	P ₂	19,56 b	23,05 a	24,90 a	11,05 b	11,85 ab	12,40 a
	P ₃	20,65 b	20,40 b	23,85 a	10,80 a	10,95 a	11,25 a
Mocó	P ₁	21,80 b	23,20 a	26,85 a	12,00 b	10,05 b	14,35 a
	P ₂	23,25 b	23,15 ab	26,70 a	14,30 a	14,40 a	14,20 a
	P ₃	25,46 ab	23,50 b	26,66 a	13,10 a	13,25 a	12,90 a

¹ Numa mesma linha, médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

P₁, P₂ e P₃ - Plantas da mesma idade escolhidas aleatoriamente para coleta das amostras foliares, na época de frutificação.

97. Tais variações são, certamente, resultantes das diferenças em patrimônio genético dos materiais e nas condições ambientais em que estes foram cultivados.

O exame da Tabela 3 evidencia que as densidades médias estomatais da folha tendem a aumentar da base para o topo da planta nos tipos Verdão, Herbáceo e Mocó. Observa-se que, nos tipos Verdão e Herbáceo, diferenças significativas ocorrem apenas entre as médias do topo e da base da planta, enquanto no tipo Mocó o valor do topo diferiu estatisticamente dos obtidos nas demais regiões.

TABELA 3. Densidade estomatal ($n^2/0,1197 \text{ mm}^2$) da face adaxial da folha das regiões do topo, meio e base da planta, de diferentes tipos de algodoeiro.

Tipo	Região da planta		
	Topo	Meio	Base
Verdão	13,91 ¹ A	10,88 AB	9,59 B
Herbáceo	13,08 A	10,05 AB	8,49 B
Mocó	16,59 A	11,38 B	10,28 B

¹ Numa mesma linha, médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O aumento da densidade estomatal da base para o topo da planta, observado nos tipos de algodoeiro Verdão, Herbáceo e Mocó, é consistente com as variações encontradas em diversas outras espécies vegetais (Sherman & Beard 1972 e Sapra et al. 1975). Esta variação se deve, certamente, ao fato de grande parte das folhas mais jovens do topo da planta não terem ainda atingido o tamanho final, e, mais provavelmente, às diferenças nas condições ambientais no perfil da planta. O gradiente vertical da folha na planta tem sido freqüentemente atribuído à maior deficiência hídrica nas partes superiores, resultante das mais altas luminosidades e ventilações (Knecht & Orton Junior 1970, Knecht & O'Leary 1972). A deficiência hídrica, reconhecidamente, limita a expansão da superfície foliar, favorecendo a formação de folhas menores e mais espessas.

As diferenças de densidades estomatais da folha, encontradas entre os diferentes tipos de algodoeiro observados, podem servir para traçar suas origens, desde que relacionadas com as características de seus prováveis ancestrais, tal como tem sido feito com

outras plantas. Tais diferenças podem, também, ser empregadas na identificação de mecanismos adaptativos que constituem a base para o desenvolvimento de cultivares com alta eficiência de uso d'água, apesar de as características morfológicas da folha constituírem apenas um dentre diversos outros fatores determinantes em balanço d'água entre plantas. O maior número de estômatos por área da folha tem sido reconhecido em diversos trabalhos como uma característica xeromórfica, conferindo à planta maior tolerância às deficiências hídricas. Torna-se oportuno ressaltar que a definição do mecanismo completo de adaptação às condições de deficiência hídrica dos tipos de algodoeiro observados requer o conhecimento de diversas outras características morfológicas e, também, fisiológicas das plantas.

CONCLUSÕES

1. A região basal da face abaxial da folha dos tipos de algodoeiro Herbáceo cv. BR-1 e Mocó cv. Veludo C-71 tende a apresentar maior densidade estomatal que as partes mediana e apical.

2. A face abaxial da folha dos três tipos observados apresenta densidade estomatal cerca de duas vezes superior à da face adaxial.

3. Dentro da mesma face da folha, a densidade estomatal tende a ser uniforme no algodoeiro Verdão, denominado Rasga-letra, em comparação com os tipos Herbáceo cv. BR-1 e Mocó cv. C-71.

4. A densidade estomatal da folha tende a aumentar da base para o topo da planta nos três tipos de algodoeiro.

REFERÊNCIAS

- BOULANGER, J. & PINHEIRO, D. Polymorphisme des types de cotonniers cultivars, relations génétiques entre ces types; origine des types "Mocó" et "Verdão". *Coton Fibres Trop.*, 26(3):319-53, 1971.
- BROW, H.B. & WARE, J.O. *Algodão*. México, Hispano Americana, 1961. 362p.
- CIHA, A.J. & BRUN, W.A. Stomatal size and frequency in soybean. *Crop. Sci.*, 15:309-13, 1975.
- DALE, J.E. Investigation into the stomatal physiology of Upland cotton. *Ann. Bot.*, 25:38-50, 1961.
- FAHN, A. Some anatomical adaptation of desert plants. *Phytomorphology*, 93-102, 1964.
- GUERIN, H.P. & DELAVEAU, P. On some differential histological characteristic of the genera *Vinca Catharanthus*. *Plant Med. Phytother.*, 2(4):281-91, 1968.
- HEICHEL, G.H. Genetic control of epidermal cell and stomatal frequency in maize. *Crop Sci.*, 11:830-32, 1971.

- JANK, R.A. Transpiration resistance in *Vaccinium myrtillus*. **Am. J. Bot.**, 57(9):1051-4, 1970.
- KNEGHT, G.H. & ORTON JUNIOR, E.R. Stomatal density in relation to winter hardiness of *Ilex opaca* Ait. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, 95:341-5, 1970.
- KNEGHT, G.H. & O'LEARY, J.W. The effect of light on stomata number and density of *Phaseolus vulgaris* (L.). **Leaves. Bot. Gaz.**, 133:132-4, 1972.
- MISKIN, K.E. & RASMUSSEN, D.C. Frequency and distribution of stomata in barley. **Crop. Sci.**, 10:575-8, 1970.
- OKPON, E.N.U. Morphological notes on the genus *Cassia*: I. Notes. **Roy Bot. Gard. Edinburgh.**, 29(2):185-95, 1969.
- RASCHKE, K. Stomatal action. **Annu. Rev. Plant Physiol.**, 26:309-40, 1975.
- RODELLA, R.A.; ISHIY, C.M.; MAIOMONI-RODELLA, R.C.S.; AMARAL JUNIOR, A. Número e distribuição dos estômatos em folhas de duas espécies de *Brachiária*. **R. Políagro, Bandeirantes, PR**, 4(1/2):1-10, 1982.
- SAPRA, V.T.; HUGHES, J.L.; SHARMA, G.C. Frequency, size and distribution of stomata in *Triticale* leaves. **Crop. Sci.**, 15(3):356-8, 1975.
- SHARPE, P.J.H. Adaxial and abaxial resistance of cotton in the field. **Agric. J.**, 65:570-4, 1973.
- SHERMAN, R.C. & BEARD, J.B. Stomatal density and distribution in *Agrostis* as influenced by species, cultivar, and leaf surface and position. **Crop. Sci.**, 12:822-3, 1972.
- SOUZA, J.G. de; BARROS, A.C.Q.T.; SILVA, J.V. da. Reservas de hidratos de carbono e resistência do algodoeiro à seca. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 18(3):269-73, mar. 1983.
- STODDARD, E.M. **Identifying plants by leaf epidermal characters**. New Haven, Connecticut Agr. Exp. Sta., 1965. n.p. (Circular, 227)
- TEARE, I.D.; KANEMASU, E.T.; PETERSON, O.J.; LAW, A.G. Size and frequency of leaf stomata cultivars of *Triticum aestivum* L. and *Triticum* species. **Crop. Sci.**, 11:496-98, 1971.